



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND
MARKENAMT

Offenlegungsschrift

DE 100 07 546 A 1

⑮ Int. Cl.⁷:
H 02 M 3/10
B 60 R 16/04

DE 100 07 546 A 1

⑯ Aktenzeichen: 100 07 546.0
⑯ Anmeldetag: 18. 2. 2000
⑯ Offenlegungstag: 31. 8. 2000

⑳ Unionspriorität:

42328/99 19. 02. 1999 JP
98245/99 05. 04. 1999 JP

⑰ Erfinder:

Ueki, Kouichi, Kawasaki, JP; Kinoshita, Shigenori,
Kawasaki, JP

㉑ Anmelder:

Fuji Electric Co., Ltd., Kawasaki, Kanagawa, JP

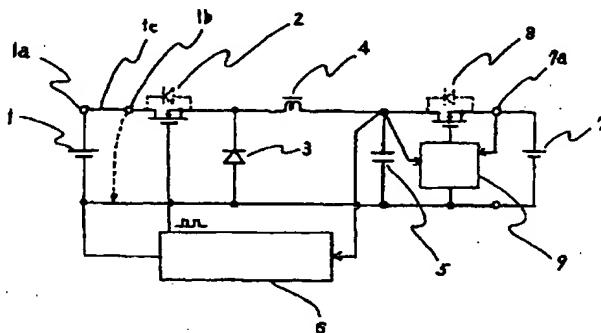
㉒ Vertreter:

Hoffmann, E., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 82166
Gräfelfing

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

㉓ Gleichstromwandler ohne Potentialtrennung

㉔ Ein Gleichstrom-Gleichstromwandler ohne Potentialtrennung zur Aufladung einer zweiten Batterie (7) niedriger Spannung aus einer ersten Batterie (1) hoher Spannung umfaßt einen Kondensator (5), ein den Kondensator mit dem Eingang verbindendes erstes Halbleiterschaltelement (2) zur Aufladung des Kondensators, eine erste Steuerschaltung (6) zur Erzeugung von Impulsen zur Ansteuerung des ersten Halbleiterschaltelementes (2), derart, daß der Kondensator auf eine Spannung kleiner als die Spannung der ersten Batterie aufgeladen wird, ein zweites Halbleiterschaltelement (8) an der Ausgangsseite des ersten Halbleiterschaltelements (2), und eine zweite Steuerschaltung (9) zur Messung der Spannung über dem Kondensator (5) und der Spannung am Ausgang und zum Abschalten des zweiten Halbleiterschaltelements (8), wenn die Differenz zwischen diesen beiden Spannungen einen vorbestimmten Wert aufweist oder übersteigt.



DE 100 07 546 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Gleichstrom-Gleichstromwandler ohne Potentialtrennung zur Verwendung insbesondere bei elektrischen Fahrzeugen und betrifft, mehr im einzelnen, einen solchen Gleichstromwandler zum Laden einer Batterie niederer Spannung aus einer Batterie höherer Spannung.

Wenn in folgenden vereinfacht lediglich von "Gleichstromwandler" die Rede ist, handelt es sich, soweit im Einzelfall nichts anderes angegeben ist, generell um einen Gleichstromwandler ohne Potentialtrennung.

Fig. 7 zeigt ein Beispiel eines bekannten Gleichstromwandlers. Der in Fig. 7 gezeigte Gleichstromwandler enthält einen Eingangsanschluß 1b, der zusammen mit einem Masseanschluß den Eingang darstellt, sowie einen Ausgangsanschluß 7a, der zusammen mit einem Masseanschluß den Ausgang bildet. Eine Diode D, ein MOSFET 2 und eine Drosselpule 4 sind in Reihe zwischen den Eingangsanschluß 1b und den Ausgangsanschluß 7a geschaltet. Zwischen dem eingesetzten Ende der Drosselpule 4 und Masse liegt eine Diode 3, während zwischen dem ausgangsseitigen Ende der Drosselpule 4 und Masse ein Kondensator 5 liegt. An den Eingang des Gleichstromwandlers ist über ein Kabel 1c eine Batterie 1 hoher Spannung angeschlossen. An den Ausgang ist eine Batterie 7 niedriger Spannung angeschlossen. Bezüglich der Polung der Dioden wird auf die Darstellung in Fig. 7 verwiesen. Eine Steuerschaltung 6 ist einerseits an den negativen Pol der Batterie 1 (Masse) und andererseits an den Verbindungspunkt zwischen Drosselpule 4 und Kondensator 5 angeschlossen. Außerdem ist die Steuerschaltung 6 mit dem Gate des MOSFET 2 verbunden.

Bei diesem Schaltungsaufbau liefert die Steuerschaltung 6 Spannungsimpulse an das Gate des MOSFET 2, um diesen zwischen Leitzustand und Sperrzustand in einer solchen Weise hin- und herzuschalten, daß Leistung aus der Batterie 1 in die Batterie 7 übertragen wird.

Die Steuerschaltung 6 ist mit einer Schutzeinrichtung versehen, die verhindern soll, daß die Spannung über dem Kondensator 5 zu hoch wird. Wenn die Spannung über dem Kondensator 5 einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt, schaltet die Steuerschaltung 6 den MOSFET 2 ab. Die Diode D verhindert einen Stromfluß vom Kondensator über eine parasitäre Diode zur Batterie 1, sollte die Spannung über dem Kondensator 5, aus welchen Gründen auch immer, diejenige der Batterie 1 übersteigen.

Wenn bei diesem bekannten Gleichstromwandler der MOSFET 2 aufgrund einer Überspannung oder aus anderen Gründen beschädigt wird, fließt ein Überstrom von der Batterie 1 über das Kabel 1c in den Gleichstromwandler. Dieser Überstrom kann das Kabel 1c durch Hitze beschädigen oder Elemente innerhalb des Gleichstromwandlers beschädigen, was beides ein Problem darstellt. Wenn eine elektronische Anlage an den Gleichstromwandler angeschlossen ist, können auch Elemente innerhalb der elektronischen Anlage beschädigt werden.

Wenn die Batterie 7 falsch gepolt wird, kann in Rückwärtsrichtung ein Kurzschlußstrom aus der Batterie 7 über die Diode 3 fließen, die dadurch beschädigt werden kann.

Angesichts dieser Probleme des Standes der Technik ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Gleichstromwandler zu schaffen, der in der Lage ist, die internen Elemente vor einer Beschädigung durch Überspannung oder Überstrom zu schützen und so eine geeignete Stromversorgung mit begrenzten Kosten bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird erfahrungsgemäß durch einen Gleichstromwandler gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Vor-

teilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Ein erfahrungsgemäß aufgebauter Gleichstromwandler verhindert, das interne Elemente infolge einer Überspannung oder eines Rückwärtsstroms beschädigt werden. Bei den nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispielen wird dies auf folgende Weise erreicht. Wenn eine Überspannung auftritt, schaltet die zweite Steuerschaltung das zweite Halbleitereschaltelement ab, welches an der Ausgangsseite des ersten Halbleitereschaltelements vorgesehen ist. Wenn der Strom an der Ausgangsseite in umgekehrter Richtung fließt, schaltet die zweite Steuerschaltung von einem zweiten und einem dritten Halbleitereschaltelement dasjenige ab, dessen Polarität gleich der des Rückwärtsstroms ist. Wenn der Strom an der Eingangsseite in Rückwärtsrichtung fließt, schaltet eine dritte Steuerschaltung das dritte Halbleitereschaltelement ab.

Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen. Es zeigen:

Fig. 1 bis 3 das Schaltbild eines Gleichstromwandlers gemäß einem ersten, einem zweiten bzw. einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 4 und 5 das Schaltbild eines vierten bzw. fünften Ausführungsbeispiels jeweils als Abwandlung des Gleichstromwandlers von Fig. 2,

Fig. 6 das Schaltbild eines sechsten Ausführungsbeispiels als Abwandlung des Gleichstromwandlers von Fig. 4, und

Fig. 7 das Schaltbild eines bekannten Gleichstromwandlers.

Erstes Ausführungsbeispiel

Unter Bezugnahme auf Fig. 1 wird ein erstes Ausführungsbeispiel eines Gleichstromwandlers gemäß der vorliegenden Erfindung beschrieben.

Der in Fig. 1 gezeigte Gleichstromwandler unterscheidet von dem in Fig. 7 gezeigten durch das Fehlen der Diode D, durch einen zweiten MOSFET 8 zwischen dem Verbindungspunkt von Drosselpule 4 und Kondensator 5 einerseits und dem Ausgangsanschluß 7a andererseits sowie durch eine zweite Steuerschaltung 9 zur Steuerung des MOSFET 8. Die zweite Steuerschaltung 9 ist mit dem Verbindungspunkt von Drosselpule 4 und Kondensator 5, mit dem Ausgangsanschluß 7a, mit Masse und mit dem Gate des zweiten MOSFET 8 verbunden.

Eine Batterieklemme 1a der Batterie 1 hoher Spannung ist über das Eingangskabel 1c mit dem Eingangsanschluß 1b verbunden. Der andere Pol der Batterie 1 ist mit Masse verbunden. Die Batterie 7 niedriger Spannung liegt zwischen dem Ausgangsanschluß 7a und Masse.

Die Arbeitsweise des gemäß Fig. 1 aufgebauten Gleichstromwandlers wird nachfolgend beschrieben. Wenn die an den Eingangsanschluß 1b angelegte Spannung normal ist, liefert die erste Steuerschaltung 6 Spannungsimpulse an das Gate des ersten MOSFET 2, um diesen zwischen seinem Leitzustand und seinem Sperrzustand derart hin- und herzuschalten, daß Leistung aus der Batterie 1 in die Batterie 7 übertragen wird. Dabei ist der zweite MOSFET 8 durch die zweite Steuerschaltung 9 cingeschaltet.

Wenn der erste MOSFET 2 infolge einer Überspannung oder aus anderen Gründen beschädigt ist, und eine Überspannung über dem Kondensator 5 auftritt, schaltet die zweite Steuerschaltung 9 den zweiten MOSFET 8 ab. Dies verhindert, daß aus der Batterie 1 über das Eingangskabel 1c ein Überstrom in die Schaltung fließt, und vermeidet eine Beschädigung des Eingangskabels 1c infolge von Hitze und

eine Beschädigung interner Elemente des Gleichstromwandlers. Falls eine elektronische Anlage an den Gleichstromwandler angeschlossen ist, so können auch dessen interne Elemente nicht beschädigt werden.

Wenn die Batterie 7 falsch gepolt angeschlossen wird, schaltet die zweite Steuerschaltung 9 ebenfalls den zweiten MOSFET 8 ab und verhindert einen Kurzschlußstrom durch die Diode 3 infolge eines Rückwärtsstroms von der Batterie 7, was die Diode vor Beschädigung schützt.

Zweites Ausführungsbeispiel

Fig. 2 zeigt das Schaltbild eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Gleichstromwandlers gemäß der Erfindung.

Das zweite Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom ersten darin, daß ein dritter MOSFET 10 vor dem zweiten MOSFET 8, d. h. zwischen der Drosselpule 4 und dem MOSFET 8 und mit letzterem in Reihe vorgesehen ist. Der dritte MOSFET 10 ist entgegengesetzt zum MOSFET 8 gepolt. Der zweite MOSFET 8 und der dritte MOSFET 10 werden beide von der zweiten Steuerschaltung 9 gesteuert, die hier einen zusätzlichen Steuerausgang für den dritten MOSFET aufweist. Die Steuerschaltung 9 erfaßt die Spannung über dem Kondensator 5 und die Spannung der Batterie 7.

Wann bei diesem Aufbau die an den Eingangsanschluß 1b angelegte Spannung normal ist, liefert die erste Steuerschaltung 6 Spannungsimpulse an das Gate des ersten MOSFET 2, um diesen zwischen dem Leitzustand und dem Sperrzustand in einer solchen Weise hin- und herzuschalten, daß Leistung von der Batterie 1 in die Batterie 7 übertragen wird. Dabei sind der zweite und der dritte MOSFET 8 und 10 durch die zweite Steuerschaltung 9 eingeschaltet.

Wenn der erste MOSFET 2 infolge einer Überspannung oder aus anderen Gründen beschädigt ist und eine Überspannung über dem Kondensator 5 auftritt, schaltet die zweite Steuerschaltung 9 den zweiten und den dritten MOSFET 8 und 10 ab. Dies verhindert, daß ein Überstrom von der Batterie 1 über das Kabel 1c fließt.

Wenn die Spannung über dem Kondensator 5 unter die Spannung der Batterie 7 absinkt, wenn die Batterie 7 falsch gepolt angeschlossen wird, wenn das Eingangskabel 1c einen eingangsseitigen Kurzschluß verursacht, wie durch die gestrichelte Linie in **Fig. 2** angedeutet, oder wenn das Eingangskabel 1c abgetrennt wird, schaltet die zweite Steuerschaltung 9 den dritten MOSFET 10 ab. Dies verhindert einen Kurzschlußstrom über die Diode 3 infolge eines Rückwärtsstroms von der Batterie 7.

Drittes Ausführungsbeispiel

Fig. 3 zeigt das Schaltbild eines dritten Ausführungsbeispiels eines Gleichstromwandlers gemäß der Erfindung.

Das dritte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich vom ersten darin, daß ein dritter MOSFET 10 vor dem ersten MOSFET 2, d. h., zwischen dem Eingangsanschluß 1b und dem ersten MOSFET 2 und mit letzterem in Reihe vorgesehen ist. Der dritte MOSFET 10 ist dem ersten MOSFET 2 entgegengesetzt gepolt. Der dritte MOSFET 10 wird von einer dritten Steuerschaltung 11A gesteuert. Die dritte Steuerschaltung 11A erfaßt hierfür die Sourcespannung des dritten MOSFET 10.

Wann bei diesem Aufbau die an den Eingangsanschluß 1b angelegte Spannung normal ist, liefert die erste Steuerschaltung 6 Spannungsimpulse an das Gate des ersten MOSFET 2, um diesen zwischen dem Leitzustand und dem Sperrzustand derart hin- und herzuschalten, daß Leistung von der Batterie 1 zur Batterie 7 übertragen wird. Dabei werden der

zweite MOSFET 8 und der dritte MOSFET 10 von der zweiten Steuerschaltung 9 bzw. der dritten Steuerschaltung 11A eingeschaltet gehalten.

Wenn die Batterie 1 falsch gepolt angeschlossen wird, schaltet die dritte Steuerschaltung 11A den dritten MOSFET 10 ab. Dies verhindert einen Kurzschlußstrom über die Diode 3. Wenn der erste MOSFET 2 infolge einer Überspannung oder aus anderen Gründen beschädigt ist und eine Überspannung über dem Kondensator 5 auftritt, schaltet die zweite Steuerschaltung 9 den zweiten MOSFET 8 ab. Dies verhindert einen Überstrom von der Batterie 1 über das Eingangskabel 1c. Wenn die Batterie 7 falsch gepolt angeschlossen wird oder das Eingangskabel 1c mit dem negativen Pol der Batterie 1 verbunden wird, wie gestrichelt in der Zeichnung dargestellt, oder das Eingangskabel 1c unterbrochen wird, schaltet die zweite Steuerschaltung 9 ebenfalls den zweiten MOSFET 8 ab.

Viertes Ausführungsbeispiel

Fig. 4 zeigt ein vierter Ausführungsbeispiel, das eine Abwandlung des zweiten Ausführungsbeispiels von **Fig. 2** darstellt. Bei dem vierten Ausführungsbeispiel enthält der Gleichstromwandler von **Fig. 2** zusätzlich eine Treiberstromquelle 11 als erste Treiberstromquelle, eine Treiberstromquelle 12 als zweite Treiberstromquelle, eine Detektorschaltung 13 als erste Detektorschaltung und eine Detektorschaltung 14 als zweite Detektorschaltung. Dagegen ist die zweite Steuerschaltung 9 von **Fig. 2** entfallen.

Die erste Treiberstromquelle 11 für den zweiten MOSFET 8 enthält zwischen der Eingangsseite (Eingangsanschluß 1b) des ersten MOSFET 2 und der Ausgangsseite (Ausgangsanschluß 7a) des zweiten MOSFET 8 eine Reihenschaltung aus einer Diode 11-1, einer Zener-Diode 11-2, einem Widerstand 11-3 und einem Kondensator 11-4. Der Abgriff zwischen Widerstand 11-3 und Kondensator 11-4 ist als Steuerausgang der Treiberstromquelle 11 über die Ausgangsstufe eines Optokopplers 13-1 an das Gate des zweiten MOSFET 8 angeschlossen.

Die zweite Treiberstromquelle 12 für den dritten MOSFET 10 umfaßt zwischen der Eingangsseite (Eingangsanschluß 1b) des ersten MOSFET 2 und dem ausgangsseitigen Anschluß der Drosselpule 4 eine Reihenschaltung aus einer Diode 12-1, einer Zener-Diode 12-2, einem Widerstand 12-3 und einem Kondensator 12-4. Der Abgriff zwischen Widerstand 12-3 und Kondensator 12-4 ist als Steuerausgang der Treiberstromquelle 12 über die Ausgangsstufe eines Optokopplers 13-2 an das Gate des dritten MOSFET 10 angeschlossen.

Die Detektorschaltung 13 erfaßt die an die Batterie 7 angelegte Ausgangsspannung. Die Detektorschaltung 13 umfaßt zwischen dem Ausgangsanschluß 7a und Masse eine Reihenschaltung aus den Eingangsstufen der Optokoppler 13-1 und 13-2 und einem Widerstand 13-3.

Die Detektorschaltung 14 erfaßt eine Ausgangsüberspannung und liegt parallel zu dem Kondensator 5. Sie umfaßt eine Reihenschaltung aus der Eingangsstufe eines Optokopplers 14-1, einem Widerstand 14-2 und einer Zener-Diode 14-3.

Bei diesem Schaltungsaufbau wird der zweite MOSFET 8 von einer Spannung über dem Kondensator 11-4 der Treiberstromquelle 11 nur dann eingeschaltet, wenn die Batterien 1 und 7 richtig gepolt an Eingang bzw. Ausgang des Gleichstromwandlers angeschlossen sind, da nur dann die Ausgangsstufe des Optokopplers 13-1 leitet. Dabei ist der MOSFET 10 von der Spannung über dem Kondensator 12-4 der Treiberstromquelle 12 (über die dann leitende Ausgangsstufe des Optokopplers 13-2) eingeschaltet.

Wenn andererseits beispielsweise die Batterie 7 verkehrt gepolt an den Ausgang des Gleichstromwandlers angeschlossen wird oder eine Überspannung über dem Kondensator 5 auftritt, schließt die Detektorschaltung 14 (über den Optokoppler 14-1) den Kondensator 11-4 kurz, wodurch der zweite MOSFET 8 gesperrt wird. An diesem Punkt schließt die Detektorschaltung 13 den Kondensator 12-4 ebenfalls kurz, so daß auch der dritte MOSFET 10 gesperrt wird.

Wenn die Batterien 1 und 7 verkehrt gepolt an den Eingang (Eingangsanschluß 1b und Masse) bzw. den Ausgang (Ausgangsanschluß 7a und Masse) angeschlossen werden, verhindert die Zener-Diode 11-2 der Treiberstromquelle 11, daß der Kondensator 11-4 geladen wird. Zugleich verhindert die Zener-Diode 12-2 der Treiberstromquelle 12, daß der Kondensator 12-4 geladen wird.

Bei diesem vierten Ausführungsbeispiel sind die Treiberspannungen für den zweiten MOSFET 8 und den dritten MOSFET 10 Spannungen über den Kondensatoren 11-4 bzw. 12-4 der Treiberstromquellen 11 und 12, was den Leistungsverbrauch im Vergleich zu herkömmlichen Treiberschaltungen mit einem Transformator deutlich verringert.

Dieses Ausführungsbeispiel beseitigt außerdem die Notwendigkeit für Transistoren oder ICs, die im Stand der Technik erforderlich sind, um Schwinger oder Treiberschaltungen zu betreiben, die die Steuerschaltung im Stand der Technik benötigen, so daß die Anzahl erforderlicher Teile verringert wird und Größe und Kosten des Gleichstromwandlers reduziert werden.

Fünftes Ausführungsbeispiel

Fig. 5 zeigt ein Schaltbild eines fünften Ausführungsbeispiels, das eine Abwandlung des Gleichstromwandlers von **Fig. 2** darstellt.

Bei dem fünften Ausführungsbeispiel weist der Gleichstromwandler eine Detektorschaltung 9a auf, die zur Erfassung der Eingangsspannung zwischen dem Eingangsanschluß 1b und Masse, also parallel zum Eingang des Gleichstromwandlers geschaltet ist. Die Detektorschaltung 9a umfaßt eine Reihenschaltung aus einer Zener-Diode 9-1, einem Widerstand 9-2 und den Eingangsstufen von Optokopplern 9-3, 9-4 und 9-5. Das Ausgangssignal der Detektorschaltung wird mittels des Optokopplers 9-5 an die Steuerschaltung 6b geliefert.

Der Gleichstromwandler von **Fig. 5** weist außerdem eine Treiberstromquelle 6a auf, die zwischen dem Anschluß 1a und dem Ausgangsanschluß 7a eine Reihenschaltung aus einer Diode 6-1, einem Widerstand 6-2 und einem Kondensator 6-3 umfaßt. Der Schaltungsknoten zwischen dem Widerstand 6-2 und dem Kondensator 6-3 ist als Steuerausgang an das Gate des zweiten MOSFET 8 angeschlossen.

Wenn eine Überspannung auftritt, wird der Kondensator 6-3 von dem Optokoppler 9-3 der Detektorschaltung 9a kurzgeschlossen und kann nicht aufgeladen werden, so daß der zweite MOSFET 8 gesperrt wird.

Der erste MOSFET 2 weist zwischen seiner Source und seiner Drain ein erstes Spannungsteilerelement 2a auf, das zusammen mit einem über der Diode 3 liegenden zweiten Spannungsteilerelement 3a einem Spannungsteiler bildet.

Eine Schaltstufe 5a ist zwischen dem ausgangsseitigen Anschluß der Drosselspule 4 und dem MOSFET 8 angeordnet. Die Schaltstufe 5a umfaßt einen Kondensator 5-1, einen Widerstand 5-2 sowie den dritten MOSFET 10. Der Kondensator 5-1 liegt in Reihe mit der Drain-Source-Strecke des dritten MOSFET 10 zwischen dem ausgangsseitigen Anschluß der Drosselspule 4 und Masse. Der Widerstand 5-2 verbindet den ausgangsseitigen Anschluß der Drosselspule 4 mit dem Gate des MOSFET 10.

Die Ausgangsstufe des Optokopplers 9-4 ist zwischen das Gate des MOSFET 10 und Masse geschaltet. Wenn eine Überspannung auftritt, verhindert der Optokoppler 9-4 der Detektorschaltung 9a somit, daß der dritte MOSFET 10 leitet und der Kondensator 5-1 aufgeladen wird. Im Fall solcher Eingangsumspannung schließt zudem der Optokoppler 9-3 den Kondensator 6-3 kurz, um den MOSFET 8 abzuschalten. Der Optokoppler 9-5 schließlich schaltet über die Steuerschaltung 6b den ersten MOSFET 2 ab.

10 An dieser Stelle wird der Strom durch die Drosselspule 4 normalerweise nach der Zeit $\Delta t = (L/V_0) \cdot I_0$ infolge der Spannung der Batterie 7 und derjenigen des Kondensators 5-1 null. Dabei bezeichnet L die Induktivität der Drosselspule 4, V_0 die Spannung über dem Kondensator 5-1 und I_0 den Strom der Drosselspule 4 im Moment des Abschaltens des MOSFET 2. Beim fünften Ausführungsbeispiel ist jedoch die Spannung über der Drosselspule 4 während der Stromabnahme als Summe der Lawinendurchbruchsspannung des MOSFET 10 oder 8 und der Spannung über dem Kondensator oder der Batterie 7 höher als V_0 , wodurch Δt verkürzt wird.

15 Wenn der Strom durch die Drosselspule 4 scheinbar null wird, sind von der Seite des Eingangsanschlusses 1b her gesehen, nur der erste MOSFET 2 und die Diode 3 in der Schaltung betriebsbereit. Somit wird die Spannung von dem ersten MOSFET 2, der Diode 3 und den Spannungsteilerelementen 2a und 3a bestimmt. Während beim Stand der Technik die maximal zulässige Eingangsspannung von der Spannungsbeständigkeit des MOSFET 2 abhängt, wird sie beim fünften Ausführungsbeispiel von der Spannungsbeständigkeit des MOSFET 2 plus derjenigen der Diode 3 bestimmt.

20 Wenn somit beim fünften Ausführungsbeispiel die Detektorschaltung 9a eine Eingangsumspannung feststellt, werden der zweite MOSFET 8, der dritte MOSFET 10 und der erste MOSFET 2 gleichzeitig abgeschaltet, so daß die maximal zulässige Eingangsspannung der Spannungsfestigkeit des MOSFET 2 plus derjenigen der Diode 3 verglichen mit lediglich der Spannungsfestigkeit des MOSFET 2 beim Stand der Technik entspricht. Wenn der erste MOSFET 2 und die Diode 3 jeweils eine Spannungsfestigkeit von 100 V aufweisen, und der Gleichstromwandler innerhalb von 100 V betrieben wird, beträgt die maximal zulässige Spannung beispielsweise 200 V.

25 Diese Eigenschaft kann die Notwendigkeit der Verwendung eines ersten MOSFET 2 höherer Spannungsfestigkeit vermeiden, was eine Abnahme des Wirkungsgrades verhindert und die Kosten begrenzt.

Sechstes Ausführungsbeispiel

30 **Fig. 6** ist ein Schaltbild eines sechsten Ausführungsbeispiels, das eine Abwandlung des Gleichstromwandlers von **Fig. 4** darstellt.

35 Beim sechsten Ausführungsbeispiel ist der Gleichstromwandler von **Fig. 4** zusätzlich mit Detektorschaltungen 15 und 16 zur Spannungsmessung versehen.

40 Die Detektorschaltung 15 erfaßt eine zum Betrieb des zweiten MOSFET 8 ausreichende Spannung und setzt sich aus einer Zener-Diode 15-1 und einem Optokoppler 15-2 zusammen, die in Reihenschaltung parallel zum Kondensator 11-4 liegen. Die Detektorschaltung 16 erfaßt eine zum Betrieb des dritten MOSFET 10 ausreichende Spannung und setzt sich aus einer Zener-Diode 16-1 und einem Optokoppler 16-2 zusammen, die parallel zum Kondensator 12-4 liegen. Die Ausgangsstufen der Optokoppler 15-2 und 16-1 sind in Reihe mit der Detektorschaltung 13 zwischen den Ausgangsanschluß 7a und Masse geschaltet.

45 Wenn bei diesem Aufbau die Spannung über der Zener-

Diode 15-1 den zum Betrieb des zweiten MOSFET 8 ausreichenden Wert erreicht, wird die Ausgangsstufe des Optokopplers 15-2 leitend. Wenn die Spannung über der Zener-Diode 16-1 den zum Betrieb des dritten MOSFET 10 ausreichenden Wert erreicht, wird die Ausgangsstufe des Optokopplers 16-2 leitend. Nur wenn die Ausgangsstufen beider Optokoppler 15-2 und 16-1 leitend sind, wird die Detektorschaltung, die solange deaktiviert war, aktiviert. Sobald dies der Fall ist, schalten die Optokoppler 13-1 und 13-2 der Detektorschaltung 13 den zweiten MOSFET 8 bzw. den dritten MOSFET 10 ein.

Auf diese Weise werden bei dem sechsten Ausführungsbeispiel, wenn die Zener-Diode 15-1 der Detektorschaltung 15 und die Zener-Diode 16-1 der Detektorschaltung 16 eine Spannung erreichen, die zum Betrieb des zweiten MOSFETs 8 bzw. des dritten MOSFETs 10 ausreicht, diese MOSFETs augenblicklich eingeschaltet, wodurch Verluste im zweiten und im dritten MOSFET 8 bzw. 10 verringert werden und die Verwendung billiger Elemente ermöglicht wird.

Wie voranstehend beschrieben, verhindert die vorliegende Erfindung, daß interne Elemente aufgrund einer Überspannung oder eines Rückwärtsstroms beschädigt werden, und zwar auf folgende Weise: Wenn eine Überspannung auftritt, schaltet die zweite Steuerschaltung das zweite Halbleiterchaltelelement, das an der Ausgangsseite des ersten Halbleiterchaltelelements vorgesehen ist, aus. Wenn der Strom an der Ausgangsseite in falscher Richtung fließt, schaltet die zweite Steuerschaltung das zweite oder das dritte Halbleiterchaltelelement mit gleicher Polarität wie der Rückwärtsstrom aus. Wenn der Strom an der Eingangsseite in falscher Richtung fließt, schaltet die dritte Steuerschaltung das dritte Halbleiterchaltelelement aus. Somit ermöglicht die vorliegende Erfindung die Aufrechterhaltung einer geeigneten Stromversorgung.

Obwohl die obigen Ausführungsbeispiele in Verbindung mit MOSFETs 2, 8 und 10 in der Form von N-Kanal-MOSFETs beschrieben wurden, ist die Erfindung darauf nicht beschränkt sondern kann auch mit P-Kanal-MOSFETs realisiert werden.

Patentansprüche

1. Gleichstrom-Gleichstromwandler ohne Potentialtrennung zur Aufladung einer zweiten Batterie (7) niedriger Spannung aus einer ersten Batterie (1) hoher Spannung mit:
einem Eingang zum Anschluß der ersten Batterie (1),
einem Ausgang zum Anschluß der zweiten Batterie (7),
einem Kondensator (5; 5-1),
einem den Kondensator mit dem Eingang verbindenden ersten Halbleiterchaltelelement (2) zur Aufladung des Kondensators aus der ersten Batterie (1),
einer ersten Steuerschaltung (6; 6b) zur Erzeugung von Impulsen zur Ansteuerung des ersten Halbleiterchaltelelements (2) derart, daß der Kondensator auf eine Spannung kleiner als die der ersten Batterie (1) aufladbar ist, und
Mitteln zum Verbinden des Ausgangs mit dem Kondensator (5; 5-1) zur Aufladung der zweiten Batterie (7) auf eine Spannung kleiner als die der ersten Batterie (1),
dadurch gekennzeichnet, daß
die Mittel zum Verbinden des Ausgangs mit dem Kondensator (5; 5-1) ein zweites Halbleiterchaltelelement (8) an der Ausgangsseite des ersten Halbleiterchaltelelements (2) umfassen, und
eine zweite Steuerschaltung (9) vorgesehen ist zur

Messung der Spannung über dem Kondensator (5) und der Spannung am Ausgang und zum Abschalten des zweiten Halbleiterchaltelelements (8), wenn die Differenz zwischen diesen beiden Spannungen einen vorbestimmten Wert aufweist oder übersteigt.

2. Gleichstromwandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Halbleiterchaltelelement (2), eine Drosselpule (4) und das zweite Halbleiterchaltelelement (8) in Reihe zwischen einem Eingangsan schluß (1b), der zusammen mit Masse den Eingang bildet, und einem Ausgangsanschluß (7a), der zusammen mit Masse den Ausgang bildet, geschaltet sind und der Kondensator mit einem Ende an den Verbindungspunkt zwischen der Drosselpule (4) und dem zweiten Halbleiterchaltelelement (8) und mit dem anderen Ende an Masse angeschlossen ist.
3. Gleichstromwandler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Diode (3) zwischen den Verbindungspunkt von Drosselpule (4) und erstem Halbleiterchaltelelement (2) einerseits und Masse andererseits derart geschaltet ist, daß sie von einer in vorgeschriebener Polung angeschlossenen ersten Batterie (1) in Sperrichtung vorgespannt wird.
4. Gleichstromwandler nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß an der Eingangsseite des zweiten Halbleiterchaltelelements (8) ein drittes Halbleiterchaltelelement (10) mit dem zweiten Halbleiterchaltelelement gegenüberlieg in Reihe geschaltet ist und von der zweiten Steuerschaltung (9) derart steuerbar ist, daß, wenn der Ausgangstrom in Rückwärtsrichtung fließt, die zweite Steuerschaltung (9) dasjenige von zweitem und drittem Halbleiterchaltelelement, das dieselbe Polarität wie der Rückwärtsstrom aufweist, abschaltet.
5. Gleichstromwandler nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Steuerschaltung umfaßt:
eine erste Treiberstromquelle (11) zwischen der Eingangsseite des ersten Halbleiterchaltelelements (2) und dem dritten Halbleiterchaltelelement (10) zur Ansteuerung des zweiten Halbleiterchaltelelements,
eine zweite Treiberstromquelle (12) zwischen der Eingangsseite des ersten Halbleiterchaltelelements (2) und dem dritten Halbleiterchaltelelement (10) zur Ansteuerung des dritten Halbleiterchaltelelements,
eine erste Detektorschaltung (13), die parallel zur Ausgangsseite des zweiten Halbleiterchaltelelements (8) geschaltet ist, um die Polung der zweiten Batterie (7) zu erfassen und die erste und die zweite Treiberstromquelle zu aktivieren, wenn die zweite Batterie (7) in vorgeschriebener Polung angeschlossen ist, und
eine zweite Detektorschaltung (14), die parallel zu dem Kondensator (5) geschaltet ist, um eine Überspannung an dem Kondensator (5) zu erfassen und die erste Treiberstromquelle (11) zu deaktivieren, wenn eine Überspannung festgestellt wird.
6. Gleichstromwandler nach Anspruch 5, ferner gekennzeichnet durch
eine dritte Detektorschaltung (15) zur augenblicklichen Aktivierung der ersten Treiberstromquelle (11), wenn die dritte Detektorschaltung (15) eine zum Betrieb des zweiten Halbleiterchaltelelements (8) ausreichende Spannung festgestellt, und
eine vierte Detektorschaltung (16) zur augenblicklichen Aktivierung der zweiten Treiberstromquelle (12), wenn die vierte Detektorschaltung (16) eine zum Betrieb des dritten Halbleiterchaltelelements (10) ausreichende Spannung festgestellt.
7. Gleichstromwandler nach Anspruch 1, 2 oder 3, da-

durch gekennzeichnet, daß an der Eingangsseite des ersten Halbleiterschaltelelements (2) ein drittes Halbleiterschaltelement (10) mit dem ersten Halbleiterschaltelement gegenpolig in Reihe geschaltet ist und von einer dritten Steuerschaltung (11A) derart steuerbar ist, daß, wenn der Eingangsstrom in Rückwärtsrichtung fließt, die dritte Steuerschaltung (11A) das dritte Halbleiterschaltelement (10) ausschaltet.

8. Gleichstromwandler nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein drittes Halbleiterschaltelement (10) mit dem Kondensator (5-1) in Reihe geschaltet ist und von einer Schaltschaltung (5a) ein- und ausschaltbar ist, und die zweite Steuerschaltung umfaßt:
eine Treiberstromquelle (6a) zwischen der Eingangsseite des ersten Halbleiterschaltelelements (2) und dem zweiten Halbleiterschaltelement (8) zur Ansteuerung des zweiten Halbleiterschaltelelements (8), und eine parallel zum Eingang des Gleichstromwandlers geschaltete Detektorschaltung (9a) die bei Feststellen einer Eingangsüberspannung das dritte Halbleiterschaltelement (10) über die Schaltschaltung ausschaltet, die Treiberstromquelle (6a) deaktiviert und das erste Halbleiterschaltelement (2) über die erste Steuerschaltung (6b) ausschaltet.

9. Gleichstromwandler nach den Ansprüchen 3 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein erstes Spannungsteilerelement (2a) zwischen Eingang und Ausgang des ersten Halbleiterschaltelelements (2) parallel zu diesem geschaltet ist, und ein zweites Spannungsteilerelement (3a) parallel zu der Diode (3) geschaltet ist derart, daß die maximal zulässige Spannung an der Eingangsseite des ersten Halbleiterschaltelelements (2) von dem ersten Halbleiterschaltelement (2), der Diode (3) und den beiden Spannungsteilerelementen (2a, 3a) bestimmt wird.

10. Gleichstromwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das erste bis dritte Halbleiterschaltelement (2, 8, 10) MOSFETs sind.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

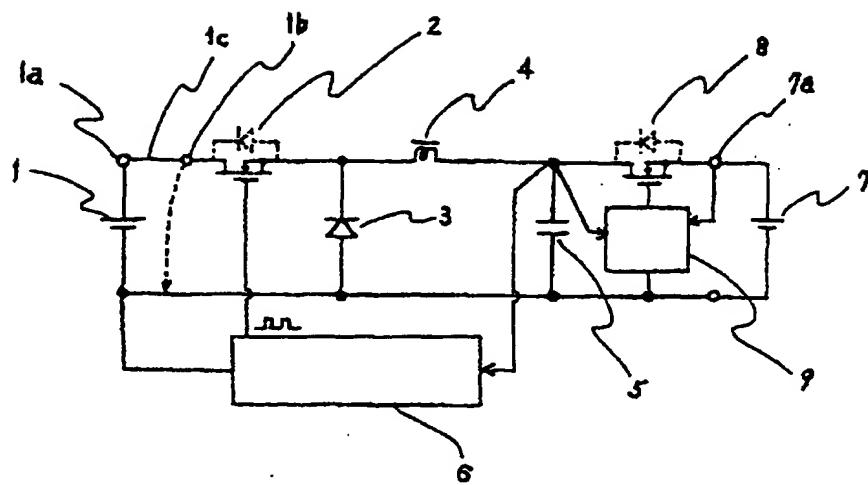


Fig. 2

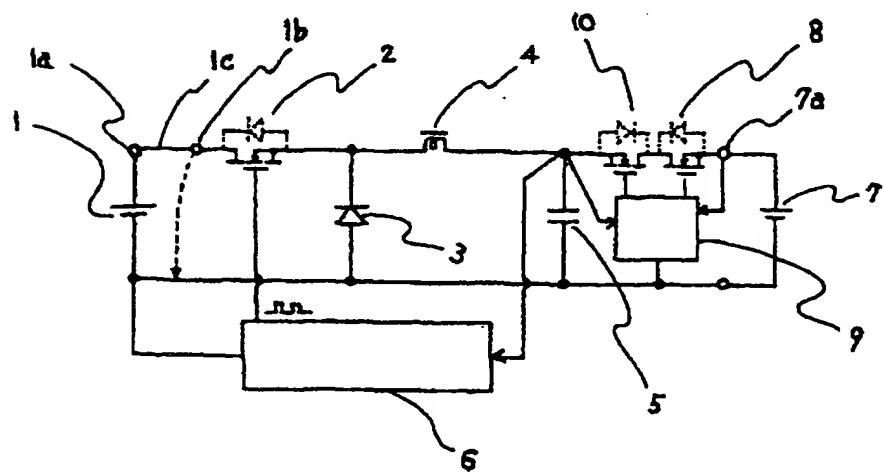


Fig. 3

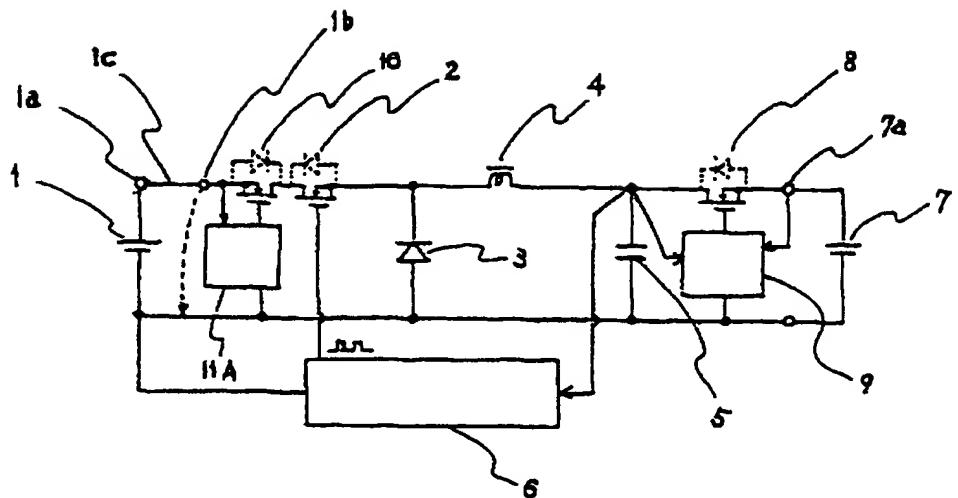


Fig. 4

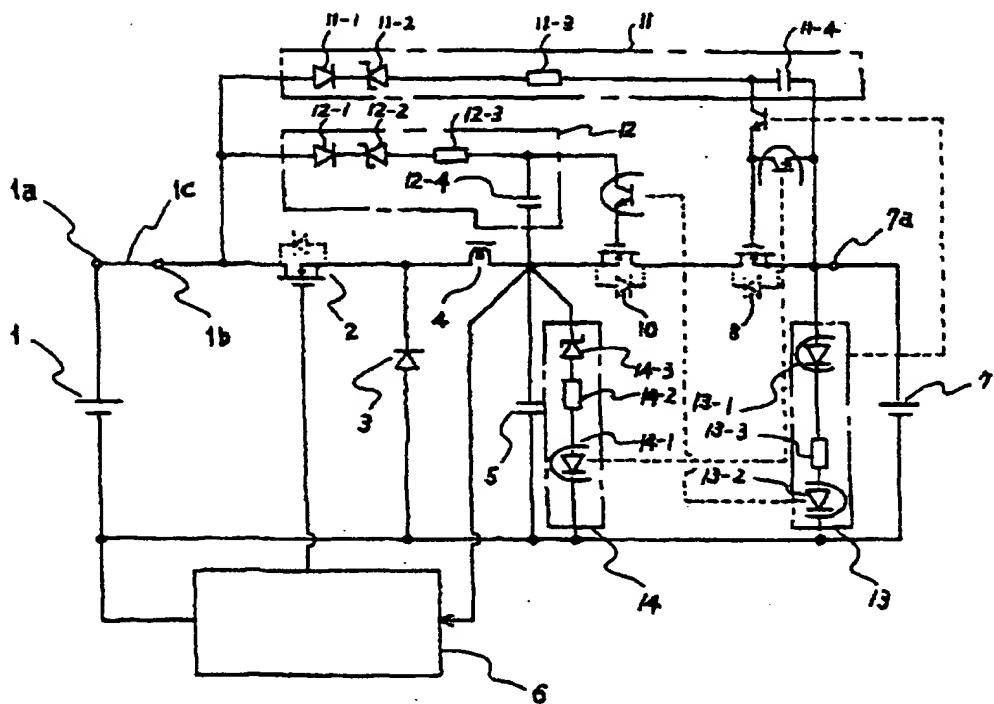


Fig. 5

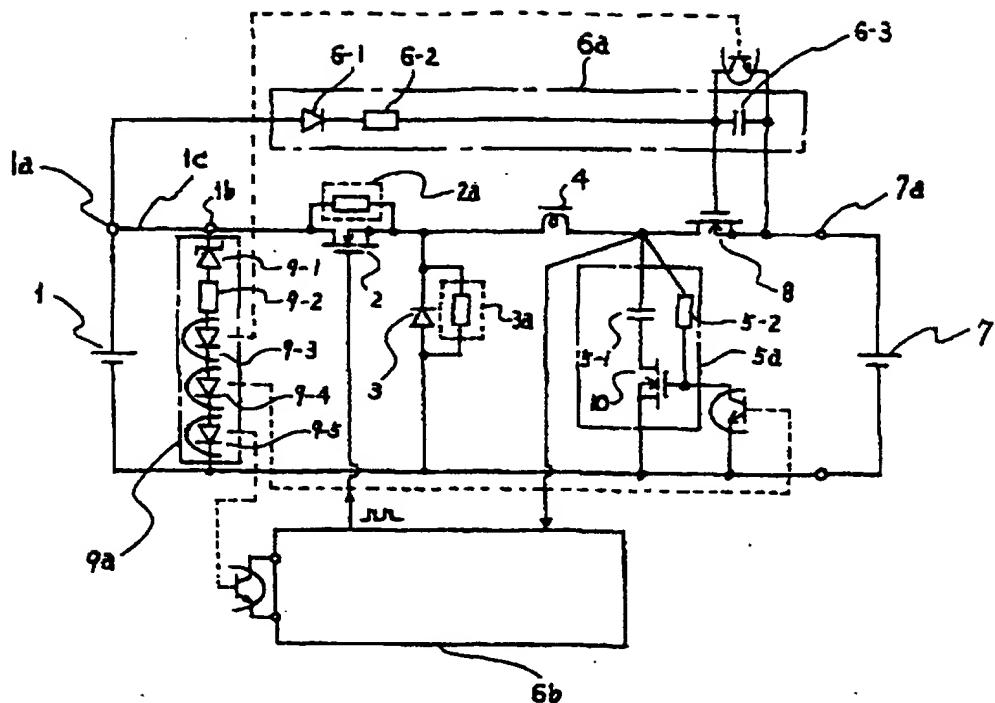


Fig. 6

